



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 10 917 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 04 B 38/00**  
B 28 C 5/06

21 Aktenzeichen: 101 10 917.2  
22 Anmeldetag: 7. 3. 2001  
43 Offenlegungstag: 2. 10. 2002

DE 101 10 917 A 1

71 Anmelder:  
Kretzschmar, Axel, Dr.rer.nat.habil., 39118  
Magdeburg, DE; Meißner, Annett, 39112  
Magdeburg, DE

72 Erfinder:  
Kretzschmar, Axel, 39118 Magdeburg, DE; Meißner,  
Annett, 39112 Magdeburg, DE; Bunge, Jörg, 39326  
Wolmirstedt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

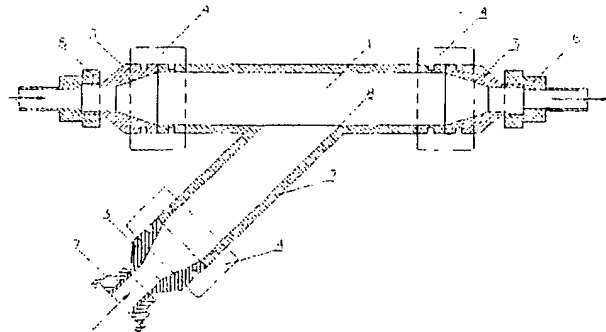
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung eines Bindemittelschaumes

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Bindemittelschaumes, beispielsweise eines Zementschaumes, bei dem eine aus einem feinstkörnigen Bindemittel, einem Schaumbildner und ggf. Zusatzstoffen bzw. -mitteln bestehende wässrige Suspension mit einem Gas vermischt und aus der Vorrichtung ausgetragen wird.

Das Problem der Erfindung besteht in der Entwicklung eines Verfahrens, das mit verringertem Energieeinsatz einen hohen Verschäumungsgrad der Bindemittelsuspension gewährleistet. Die Regulierung der Schaumdichte soll unabhängig von in der Mischkammer zu gewährleistenden Drücken möglich sein. Die Vorrichtung hierzu soll einen einfachen Aufbau aufweisen.

Erfindungsgemäß werden das Gas axial und die wässrige Suspension radial in die Mischkammer (1) eingebracht. Die Strömungsgeschwindigkeit des Gases ist dabei 80 bis 250 mal größer als die der wässrigen Suspension. Die hierzu erforderliche Mischkammer (1) weist einen länglichen zylindrischen Innenraum auf. In ihren Mantel mündet ein Rohr (2), das etwa den gleichen Durchmesser wie der zylindrische Innenraum besitzt und mit dem Anschlussstück (7) für die Bindemittelsuspension verbunden ist.



DE 101 10 917 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Bindemittelschaumes, beispielsweise eines Zementschaumes, bei dem eine aus einem feinstkörnigen Bindemittel, einem Schaumbildner und ggf. Zusatzstoffen bzw. -mitteln bestehende wässrige Suspension mit einem Gas, beispielsweise Luft, vermischt und aus der Vorrichtung ausgetragen wird.

[0002] Das Aufbringen von geschäumten hydraulisch abbindenden Bindemitteln, beispielsweise als Reparaturmörtel, Wärmedämm-Mörtel, Schallschutz-Mörtel, erfolgt im Bauwesen mittels mobiler Vorrichtungen, in denen die aus einem feinteiligen Bindemittel, wie z.B. Zement, und Schaumbildner bestehende wässrige Suspension mit einem gasförmigen Fluid, in der Regel mit Luft, vermischt wird. Derartige Vorrichtungen zeichnen sich zum Zweck einer im Bauwesen unbedingt erforderlichen mobilen Handhabung durch eine kleine und einfache Bauweise aus. So zeigt die DE-PS 195 37 239 C2 eine Vorrichtung zur Erzeugung eines geschäumten Bindemittels, bei der die Eingangsstoffe in einer Expansionskammer vorgemischt werden. Bindemittel, Wasser und Schaumbildner werden über ein bis zur Expansionskammer hin reichendes Rohr axial in die Vorrichtung eingebracht. Die Luft tritt in einem bestimmten Winkel zur Rohrachse von dem Mantel der Vorrichtung aus in den zwischen dem Mantel der Vorrichtung und dem Rohr vorhandenen Ringkanal ein und trifft als ringförmige Strömung in der Expansionskammer auf den Suspensionsstrom. In Richtung der Austrittsöffnung wird die Expansionskammer radial von einer ersten Barriere begrenzt, nach der sich eine Mischkammer anschließt, die wiederum radial von einer zweiten Barriere begrenzt wird. Die zweite Barriere ist zur Umlenkung des Bindemittel-Luftgemisches in Richtung des radialen Austritts der Vorrichtung gegenüber dem Durchlass der ersten Barriere angeordnet. Im Kreuzstrom zum Bindemittel-Luftgemisch wird über einen zweiten Lufteintritt, der sich an dem dem Eintritt der Suspension gegenüberliegenden Ende der Vorrichtung befindet, ein zusätzlicher Luftstrom in das Bindemittel-Luftgemisch eingeleitet. Der Nachteil dieser Vorrichtung besteht darin, dass zwei Luftanschlüsse erforderlich sind. Außerdem ist ihr Aufbau aufgrund der erforderlichen Einbauten immer noch verhältnismäßig kompliziert, wodurch auch eine aufwendige Reinigung der Vorrichtung bedingt ist.

[0003] Lediglich noch ein Einbauteil ist in der Vorrichtung zur Schaumerzeugung gemäß DE-PS 41 26 397 C2 erforderlich. Hierbei handelt es sich um eine rohrförmige poröse Trennwand, deren zylindrischer Innenraum die Mischkammer bildet und diese von der koaxial angeordneten Gaseinlasskammer trennt. Das Gas gelangt über einen außermittig an der Stirnseite der Vorrichtung angeordneten Gaseinlass in die Gaseinlasskammer. In gleicher Richtung wie das Gas wird die Suspension unter einen bestimmten Druck in die Mischkammer eingebracht, wobei zwischen der Mischkammer und der Gaseinlasskammer immer ein bestimmtes Druckgefälle eingestellt sein muss, so dass sich die Poren in der Trennwand nicht mit der Suspension zusetzen. Die Größe der Poren bestimmt die Porengröße im fertigen Schaum. Außerhalb des Schaumgenerators kann die Porengröße durch die Steuerung der relativen Mengenströme von Suspension und gasförmigen Medium gesteuert werden. Der Porenanteil und damit die Dichte des fertigen Schaumes lässt sich über das Verhältnis der in die Mischkammer pro Zeiteinheit eingeführten Gas- und Flüssigkeitsmengen variieren. Trotz der besonders einfach aufgebauten zylindrischen Bauform, der einfachen Montage und Demontage und der guten Regulierbarkeit von Porengröße und -verteilung

besitzt die Vorrichtung den Nachteil der Notwendigkeit von Einbauten. Außerdem muss zur Gewährleistung der Funktion die notwendige Druckdifferenz zwischen Gaseinlasskammer und Mischkammer überwacht werden. Zum Durchtritt des Gases durch die Poren muss ständig ein Mindestdruck in der Gaseinlasskammer vorhanden sein.

[0004] Über die eben genannten rein vorrichtungstechnischen Nachteile haftet dem mittels dieser Vorrichtungen erzeugten Bindemittelschaum ein verfahrensbedingter Nachteil an. Der die Vorrichtung verlassende Schaum muss immer über eine bestimmte Länge zur Auftragsstelle transportiert werden. Dies erfolgt in der Regel in einem Schlauch. Durch die Reibung des Bindemittelschaumes an den Wänden sowie die innere Reibung innerhalb des Bindemittelstromes wird ein Teil der Schaumstruktur zerstört. Zur Erlangung eines abgehenden Bindemittelschaumes mit einer geringen Dichte sind demzufolge sehr große Luftmengen und besonders bei der letztgenannten Vorrichtung hohe Drücke erforderlich, um möglichst viel Luft in den Bindemittelstrom einzubringen. Damit erfordern diese Verfahren einen hohen Energiebedarf. Die verfahrenstechnisch erforderliche Überwachung der Verfahrensparameter schlägt sich, wie auch schon weiter oben bei der Beschreibung der Vorrichtung erläutert, in einem zusätzlichen vorrichtungstechnischen Aufwand nieder.

[0005] Somit besteht das Problem der Erfindung in der Entwicklung eines Verfahrens, das mit verringertem Energieeinsatz einen hohen Verschäumungsgrad der Bindemittelsuspension auch noch nach langen Transportwegen bei deren Austritt aus der Austragsvorrichtung gewährleistet. Außerdem soll die Regulierung der Schaumdichte über Porengröße, -anzahl und -verteilung unabhängig von in der Mischkammer zu gewährleistenden Drücken möglich sein. Ferner soll die Vorrichtung zur Erzeugung des geschäumten Bindemittels einen einfacheren Aufbau als die bekannten Vorrichtungen aufweisen.

[0006] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des ersten Patentanspruches gelöst. Der Patentanspruch 2 betrifft eine erfindungsgemäße Vorrichtung. Die folgenden Ansprüche 3 und 4 betreffen zweckmäßige Ausgestaltungen der Vorrichtung.

[0007] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die in die Vorrichtung eingebrachte Bindemittelsuspension durch den mit wesentlich höherer Geschwindigkeit axial in die Mischkammer eintretenden Gasstrahl bereits nach kurzer Wegstrecke innerhalb der Mischkammer in eine sich an die Wandung der Mischkammer sowie des sich anschließenden Verschäumungsrohres anliegende Strömungsform, eine sog. Ringströmung, gezwungen und mitgerissen. Aufgrund der sehr hohen Differenz der Geschwindigkeit zwischen Wand- und Kernströmung kommt es zu Reibungsvorgängen sowohl zwischen Bindemittelsuspension und Wandung als auch Bindemittelsuspension und Gasstrom und dadurch zu einer regen Einlagerung von Gasblasen in die Suspension. Diese unelastischen Blasen werden durch sich aneinander vorbeischiebende Schichten immer wieder aufgerissen und bilden neue Gaseinschlüsse. Der zentrale Gasstrom reißt aus dem Bindemittelsuspension-Gas-Verband Teilchen heraus, die sich dann wieder mit angelagerten Gasblasen in die Ringströmung einfügen. Diese Vorgänge wiederholen sich bis zum Austritt der Bindemittelsuspension aus der Austragsvorrichtung, d. h. aufgrund der nahezu bis zu diesem Zeitpunkt bestehenden gasförmigen schnellen Kernströmung und der langsameren flüssigen Ringströmung dauert der Prozess der Verschäumung quasi bis zum Verlassen der Austragsvorrichtung.

[0008] Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, dass die Mischkammer ohne Einbauten aus-

kommt. Dadurch gestaltet sich ihr Aufbau sehr einfach. Außerdem lässt sie sich leicht reinigen und ist nicht störanfällig. Zur praktischen Handhabung beträgt die Länge des Verschäumungsschlauches vom Austritt aus der Mischkammer bis zur Austrittsvorrichtung in der Regel zwei bis vier Meter. Ausreichend ist bereits eine Schlauchlänge von einem Meter. Der Verschäumungsgrad wird durch die Luftzufuhr gesteuert. Hierzu wird der Lufteintritt der Vorrichtung an einen handelsüblichen Baustellenkompressor angeschlossen. Eine Pumpe gewährleistet die gleichmäßige Suspensionszuführung. Die Suspension wird entweder vor Ort extern nach vorgeschriebener Rezeptur gemischt oder von einem pharmischer geliefert. Der geschäumte Zementleim kann entweder direkt aus der Austragsvorrichtung aufgespritzt oder mittels einer Maurerkelle auf den Untergrund aufgebracht werden.

[0009] Nachfolgend soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

[0010] Fig. 1 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit schräger Zuführung der Suspension und

[0011] Fig. 2 einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit senkrechter Zuführung der Suspension.

[0012] Gemäß Fig. 1 besteht eine erfindungsgemäße Vorrichtung aus einer rohrförmigen Mischkammer 1, in deren Mantelbereich im spitzen Winkel zur Achse ein Rohr 2 mündet. Der Innendurchmesser des Rohres 2 ist im vorliegenden Beispiel gleich dem Innendurchmesser der Mischkammer 1. Stirnseitig schließt sich an die Mischkammer 1 sowie an das freie Ende des Rohres 2 jeweils eine Querschnittsreduzierung 3 an. Zur leichteren Handhabung und besseren Reinigung der Vorrichtung sind die Querschnittsreduzierungen 3 jeweils über eine Kupplung 4 lösbar mit der Mischkammer 1 bzw. dem Rohr 2 verbunden. Das jeweils offene Ende der Querschnittsreduzierungen 3 besitzt einen Durchmesser, der dem Querschnitt der jeweils anzuschließenden Zu- bzw. Ableitung entspricht. Zur Verbindung mit diesen Leitungen besitzen die Querschnittsreduzierungen 3 Gewindestücke, auf die die jeweiligen Anschlüsse der Zu- bzw. Ableitungen aufschraubbar sind. So ist im vorliegenden Beispiel auf die Querschnittsreduzierung 3, die sich an dem mit dem Rohr 2 einen spitzen Winkel bildende Ende der Mischkammer 1 befindet, ein Anschlussstück 5 für die Luftzufuhrleitung angeschlossen. Damit ist die axiale Strömungsrichtung der Luft durch die Mischkammer 1 festgelegt. Auf die an der gegenüberliegenden Stirnseite der Mischkammer 1 befindliche Querschnittsreduzierungen 3 ist ein Anschlussstück 6 für die Verschäumungsleitung bzw. ein Verschäumungsrohr zu einer nicht näher dargestellten Austrittsvorrichtung für den Schaumzement aufgeschraubt. Die Verschäumungsleitung oder evtl. auch das starre Verschäumungsrohr sollte mindestens 1000 mm lang sein. Die Zuführung für die zu verschäumende Suspension wird an das mit dem Rohr 2 verbundene Anschlussstück 7 angeschlossen.

[0013] Wie aus Fig. 2 zu erkennen, kann das Rohr 2 auch senkrecht zur Strömungsrichtung der Luft in die Mischkammer 1 münden.

[0014] Nachfolgend soll die Wirkungsweise der Vorrichtung näher beschrieben werden: Zunächst wird die Luftzufuhr zugeschaltet. Erst danach strömt die aus einem Gemisch aus Zement, Wasser, Schaumbildner und ggf. Zusatzmittel und Zusatzstoff bestehende Suspension bei gleichbleibender Förderung über das Rohr 2 mit konstant kleinem Volumenstrom in die Mischkammer 1 ein. Das Verhältnis zwischen Flüssigkeit und Feststoff bzw. Feststoffgemisch hat wesentlichen Einfluss auf die Verarbeitbarkeit und damit auf die Porosität des Endproduktes. Es ist abhängig sowohl

von den Zusätzen zum Wasser als auch den Zusatzmitteln bzw. -stoffen zum Zement. Als günstig hat sich ein Verhältnis von 0,35 bis 0,45 erwiesen. Da das Anschlussstück 5 für die Luft und das Anschlussstück 7 für die Suspension einen kleineren Innendurchmesser als die Mischkammer 1 aufweisen, wirken die Querschnittsreduzierungen 3 in Richtung der Mischkammer 1 wie ein Diffusor, d. h. nach Eintritt beider Medien in die Mischkammer 1 erfolgt eine kurzzeitige Expansion und Verringerung ihrer Strömungsgeschwindigkeit. Beim Eintritt der Suspension in die Mischkammer 1 wird sie über eine an der Verbindungsstelle zwischen Mischkammer 1 und Rohr 2 befindliche Abrisskante 8 von dem Luftstrom erfasst, mitgerissen und in eine Ringströmung gezwungen. Die Strömungsgeschwindigkeiten von Luft und Suspension bestimmen die Porenbildung im Zementschaum. Beim Verlassen des Suspensions-Luft-Gemisches der Mischkammer 1 erhöht sich dessen Geschwindigkeit durch die Querschnittsreduzierung 3 wieder. Durch die zentrale Luftströmung erfolgt an den Grenzflächen ein ständiger Austausch zwischen Flüssigkeitsteilchen und Luft. Dieser Vorgang hält quasi bis zum Austritt des Suspensions-Luft-Gemisches aus der Austragsvorrichtung an.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung eines Bindemittelschaumes, beispielsweise eines Zementschaumes, bei dem eine aus einem feinskörnigen Bindemittel und einem Schaumbildner und ggf. Zusatzstoffen bzw. -mitteln bestehende wässrige Suspension mit einem Gas, beispielsweise Luft, in einer rohrförmigen Mischkammer vermischt und aus dieser ausgetragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gas axial und die wässrige Suspension radial in die Mischkammer (1) eingebracht werden, wobei die Strömungsgeschwindigkeit des Gases 80 bis 250 mal größer ist als die der wässrigen Suspension, und das Gas-Suspensions-Gemisch axial aus der Mischkammer (1) ausgetragen wird.
2. Vorrichtung zur Erzeugung eines Bindemittelschaumes aus einer fließfähigen, aufschäumbaren Bindemittelsuspension, beispielsweise eines Zementleimes, bestehend aus einer Mischkammer mit einem Anschlussstück für die Zuführung eines Gases, einem Anschlussstück für die Zuführung der Bindemittelsuspension sowie einem Anschlussstück für die Abführung des Bindemittelschaumes zu einer Schaumaustragsvorrichtung **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mischkammer (1) einen länglichen zylindrischen Innenraum aufweist, der beidseitig über konische Verjüngungen in gegenüber dem zylindrischen Innenraum einen deutlich geringeren Durchmesser aufweisende und in der Achse der Mischkammer 1 befindliche Anschlussstücke (5, 6) mündet, wobei das eine Anschlussstück (5) mit der Zufuhrleitung für das Gas und das gegenüberliegende Anschlussstück (6) mit der zur Schaumaustragsvorrichtung führenden Verschäumungsleitung verbunden ist, und dass in den Mantel der Mischkammer (1) ein Rohr (2) mündet, das etwa den gleichen Durchmesser wie der zylindrische Innenraum besitzt und ebenfalls über eine konische Verjüngung mit dem Anschlussstück (7) für die Bindemittelsuspension verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohr (2) im spitzen Winkel zur Strömungsrichtung der Luft in die Mischkammer (1) mündet.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Rohr (2) im rechten Winkel zur Strömungsrichtung der Luft in die Mischkammer (1) mündet.

det.

5. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischkammer (1) und das Rohr (2) mittels Kupplungen (4) lösbar mit den Anschlussstücken (5, 6, 10) verbunden sind.

5

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

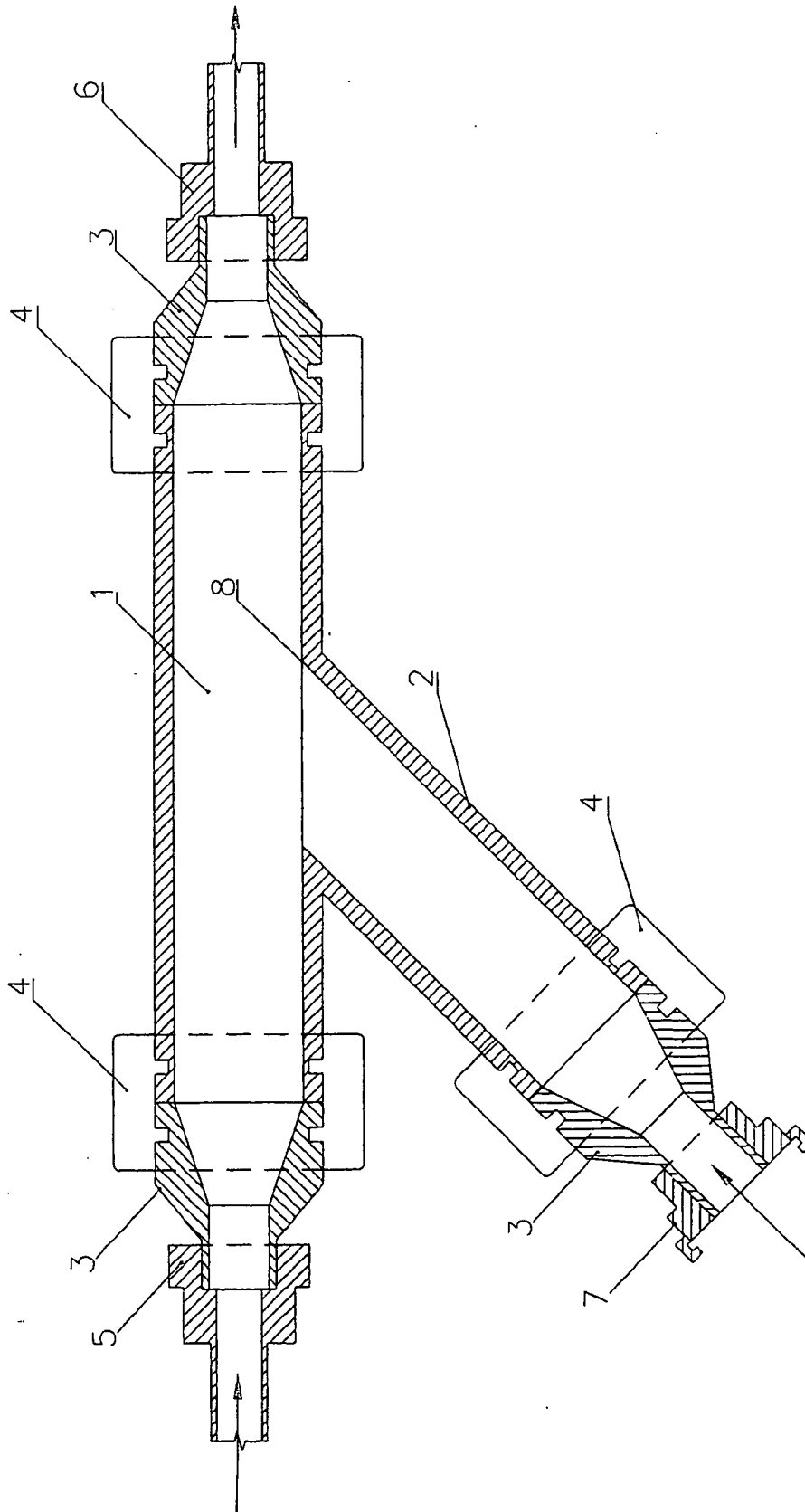


Fig. 1

